

# 节段法桥梁施工用环氧结构胶的研制

雷宇芳<sup>1</sup> 朱本玮<sup>1</sup> 王蔚<sup>2</sup> 贺曼罗<sup>3</sup>

(1. 武汉港湾工程设计研究院, 湖北武汉 430071

2. 武汉二航路桥特种工程有限责任公司, 湖北武汉 430070

3. 中国科学院大连化学物理研究所, 辽宁大连 11601)

**摘要:** 通过改性脂环胺固化剂和高性能增韧改性剂相配合, 研制了用于节段法桥梁施工的环氧树脂结构胶。环氧结构胶达到了节段法桥梁施工的要求, 在工程应用上受到好评。

**关键词:** 环氧树脂 桥梁 胶粘剂

## 1 前言

随着国家高速公路网规划的实施和区域经济的快速发展, 我国正迈入大规模跨海桥梁建设及城市快速轨道交通建设的新阶段。在短短的十几年里, 中国现代桥梁事业取得了令人刮目相看的成绩, 并迅速赶上世界桥梁建设的先进水平。

长距离跨海桥梁由于受台风、雷暴、大雾、风浪、严寒气候及潮汐等恶劣气候条件的影响, 施工的有效作业时间很短, 施工困难。长大跨装配式结构在跨海桥梁施工中有着很大的施工优势。采用预制构件建设大桥具有施工速度快, 质量控制好, 占地少, 混凝土收缩、徐变小, 竣工后梁体线形变化不大等优点。在城市高架道路及城市高架轨道交通施工中, 预制节段箱梁拼装施工法因其施工架设简单、机械化程度高、对周围环境影响小、外形美观等优点, 在国内外高架桥梁建设中得到广泛应用。

虽然这种施工方法已经应用非常广泛, 但目前国内还没与此施工方法配套的专用粘合剂。目前都是采用国外公司生产的胶粘剂, 如西卡公司 Sikadur 31 SBA 胶和 Huntsman 公司的 Araldite(爱牢达) XH111 Normal A/B 产品。这类产品是双组分环氧树脂粘结剂, 固化时收缩小, 无流淌, 能够满足施工要求, 但价格昂贵, 对施工成本控制不利。极大的影响了这种新型施工方法的发展。

因此, 我们几个单位相互合作研制了专用于节段法桥梁施工的环氧结构胶粘剂, 性能满足这种施工工艺对胶粘剂性能的要求, 达到了国外同类产品水平, 在相关工程上应用, 受到好评。

## 2 环氧结构胶的性能要求

为满足桥梁工程施工的要求及桥梁本身各种性能的要求, 节段法桥梁施工所用的环氧结构胶必须具有下述性能:

- (1) 要有较好的施工性能, 易于涂刮而无流挂, 满足涂刷工作的要求, 不流淌。
- (2) 环氧胶粘剂适用时间大于30min, 初步固化时间大于1 h, 以此满足涂刷、张拉工序工作时间的需求。
- (3) 固化物的压缩强度12h不小于40MPa, 24小时不小于60MPa, 7d不小于80MPa, 钢-钢拉伸抗剪强度大于18MPa, 胶体抗拉强度大于35MPa。
- (4) 环氧胶粘剂应具有良好的耐老化性能, 耐强碱腐蚀。
- (5) 外露部位的环氧胶粘剂要与混凝土的颜色一致。
- (6) 不含对钢筋有腐蚀和影响混凝土结构耐久性的成分, 不含可挥发性溶剂(固体含量大于99%)。

## 3 环氧结构胶配方研究

施工时, 环境温度对环氧胶粘剂的性能影响较大。不仅影响环氧树脂的使用性能(固化速度、粘度), 而且对固化产物的性能(机械性能、热稳定性)也有较大影响。因此必须考虑环境温度对环氧树脂胶粘剂性能的影响。温度对环氧树脂的影响主要表现在不同的固化剂有不同的活性温度范围。

环氧树脂常温固化剂有脂肪胺、聚酰胺、改性胺等<sup>[3]</sup>。脂肪族多元胺固化剂, 毒性大、

刺激性强、放热激烈,固化和使用过程中易氧化变。聚酰胺是常用的环氧室温固化剂,具有很多优点,如大配比量、低放热峰、配方范围广、刚性好、强度韧度高等,但是它也有一些致命的缺点:如粘度大,低于15℃就不易固化,速度太慢,室温固化度低(不大于60%),耐温性差(高于60℃强度急剧下降)。

通过试验,选用改性脂环胺固化剂WZH-155。其分子结构上具有脂环,可以赋予固化产物良好的机械性能。WZH-155与双酚A型环氧树脂混合后的胶液适用期长、粘度低、固化物韧性好、综合物理机械性能优良。它兼有固化、增韧和稀释三重功能,可以部分取代树脂混合料中的增韧剂和活性稀释剂组分。

CYH-277既是环氧树脂高性能增韧改性剂,又是良好的活性稀释剂<sup>[4]</sup>。CYH-277为含有多个己环结构以及多个活性基团的低分子液态聚合物,其分子链中含有两个或两个以上酚羟基等极性键,因而具有很好的增韧性能和反应活性,可大幅度地提高环氧树脂固化物的耐冲击、耐压缩、抗开裂以及黏结强度等物理机械性能。稀释环氧树脂,可完全解决常见的环氧树脂冬季结晶不易施工的问题。

固化剂和稀释剂之间相互调配,可以调节固化速度而不影响固化产物的性能。还可赋予环氧结构胶的耐老化性。经腾水连续沸煮7昼夜(168h),粘接剪切强度无下降。经2160小时加速湿热老化后,拉剪强度不下降,符合国家标准《混凝土结构加固设计规范(GB50367—2006)》要求。

野外施工,气温变化较大。为了保证胶体有较好的施工性,在不同的气温条件下,应选用不同的配方。拟定3种常用配方,即20~40℃使用的高温配方;10~20℃使用的中温配方和-5~10℃使用的低温配方,如表1~3所示。

表1 环氧树脂结构胶配方

材 料	高温配方	中温配方	低温配方
环氧树脂	100	100	100
固化剂WZH-155	25	30	35
稀 释剂277	20	20	25
填 料	160-165	155-150	143-148
助 剂	适 量	适 量	适 量

#### 4 环氧树脂结构胶性能

表2 环氧树脂结构胶性能

项 目	指 标	
适用时间(在相应的使用温度)	30min	
初固时间(在相应的使用温度)	60min	
抗压强度	0.5d	40MPa
	1d	50MPa
	7d	80MPa
抗拉强度	35MPa	
弯曲强度	55MPa	
最小垂挂厚度(在相应的使用温度)	5mm	
拉伸弹性模量	3.5G	
钢-钢拉伸抗剪强度	18MPa	
湿热老化性	钢-钢拉伸抗剪强度	连续沸煮7昼夜, 17.5 MPa
	钢-钢拉伸抗剪强度	2160小时加速湿热老化后, 17.8 MPa

从表2可以看出,研制的环氧结构胶适用期长,固化速度快,力学性能优良,较好的早期强度,能满足目前节段法桥梁施工工艺的要求。

#### 5 施工应用

### 5.1 主梁块粘接面的预处理

被粘合的混凝土表面应尽量平整，表面水平公差不应超过 $\pm 1\text{mm}$ 。用吹砂，砂布打磨或用钢丝刷刷毛等方法，使面上的疏松表面层及浮着的水泥浆除去。打磨后用压缩空气枪吹去或用毛刷除去浮灰，使水泥底层露出来。表面上应无油、无水及无可见灰份。如表面潮湿或有浸入混凝土内部的水份，工件应在避雨条件下，充分干燥后再进行粘结，表面处理应在配胶之前完成。

### 5.2 环氧胶粘剂的涂刷工艺<sup>[4]</sup>

(1) 在主梁块件正式拼接之前，必须经过试拼并严格检查，若发现粘接面不密贴或孔道不对中等情况，应及时处理，达到要求后方可涂刷胶粘剂。

(2) 一般要求在粘接面上均匀地涂刷环氧胶粘剂，涂层厚度约为 $1\sim 3\text{mm}$ 。并要求2个互粘面的涂胶时间都控制在 $30\text{ min}$ 以内，否则，会影响使用效果。

(3) 在环氧胶粘剂未完全固化之前，须防止雨雪浸入粘接缝中。

(4) 当环氧胶粘剂涂刷完毕，即开始张拉预应力筋，张拉力以达到设计值的 $2/3$ 为宜，使匹配面的胶粘剂承受 $0.5\text{MPa}$ 的压力。待胶粘剂基本固化后，再将张拉力提高至设计要求，并用锚具固定，便完成了主梁的安装工作。

## 6 结论

6.1 采用改性脂环胺固化剂和高性能增韧改性剂相配合，研制了一种用于节段法桥梁施工的环氧结构胶。

6.2 该环氧结构胶适用期长，易于施工，强度高，老化性能优良，达到了组件式桥梁拼接桥梁工程施工的要求，在工程应用上受到好评。

## 参考文献

1. 朱征平，预应力混凝土连续钢构的预制拼接法施工，华东公路，2002（2）：22-24.
2. 孔蔚，江瑞龄，拼接式连续梁桥中拼接点的设计，江苏交通科技，2001（4）：17-20.
3. 孙曼灵，环氧树脂应用原理与技术，机械工业出版社
3. 贺曼罗，蒋伟，森茂牌 CYH-277 助剂的应用试验
4. 马少军，尹杉，戴平志，预制节块逐跨拼装桥梁施工工艺研究，市政技术，2006（3）：148-152.